

# Energieffektiviteten av el-produksjon

1. Hva er energieffektivitet av ulike former for el-produksjon og hvordan måle dette?
2. Resultater
3. Konklusjoner

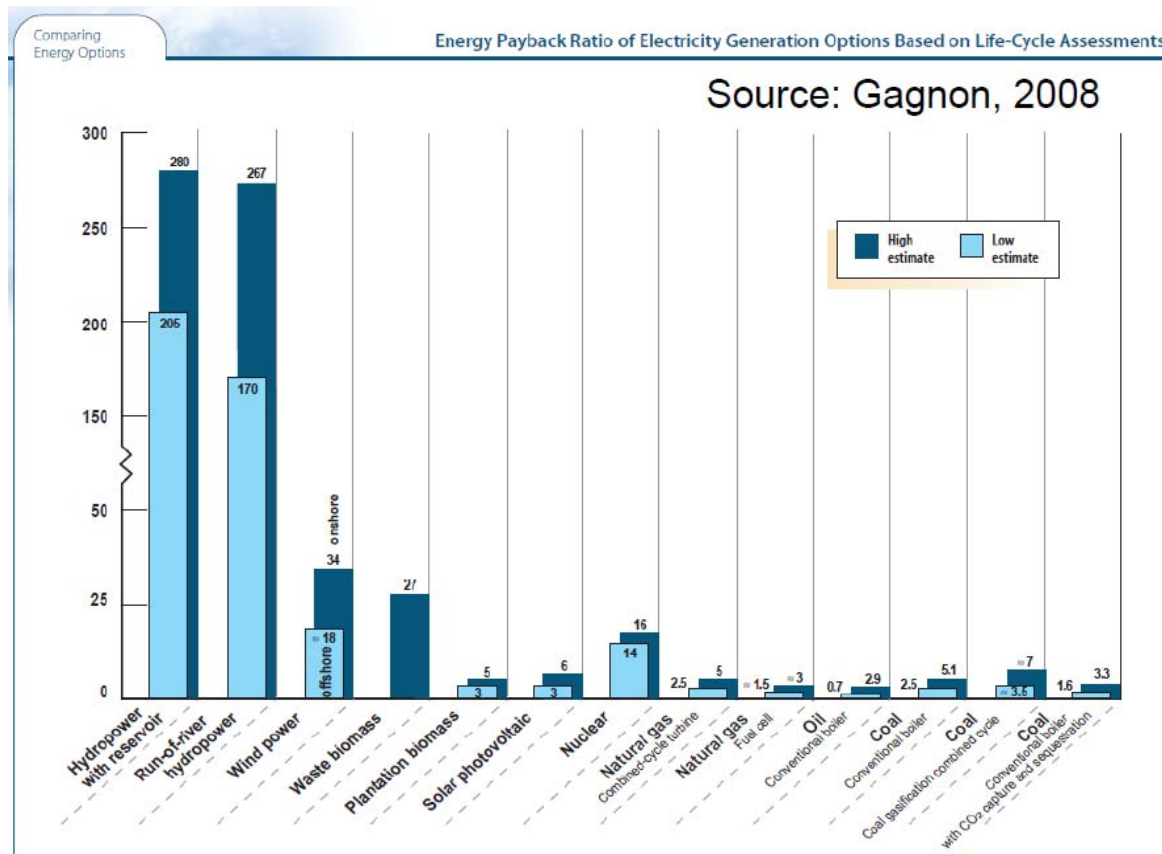
Arbeidet utført i CEDREN av Østfoldforskning og SINTEF Energi

**CEDREN**

Centre for Environmental Design of Renewable Energy

**FEM**  
CENTRE FOR  
ENVIRONMENT-  
FRIENDLY ENERGY  
RESEARCH

# 'Benchmarking' energieffektiviteten til ulike tekn. for el-produksjon

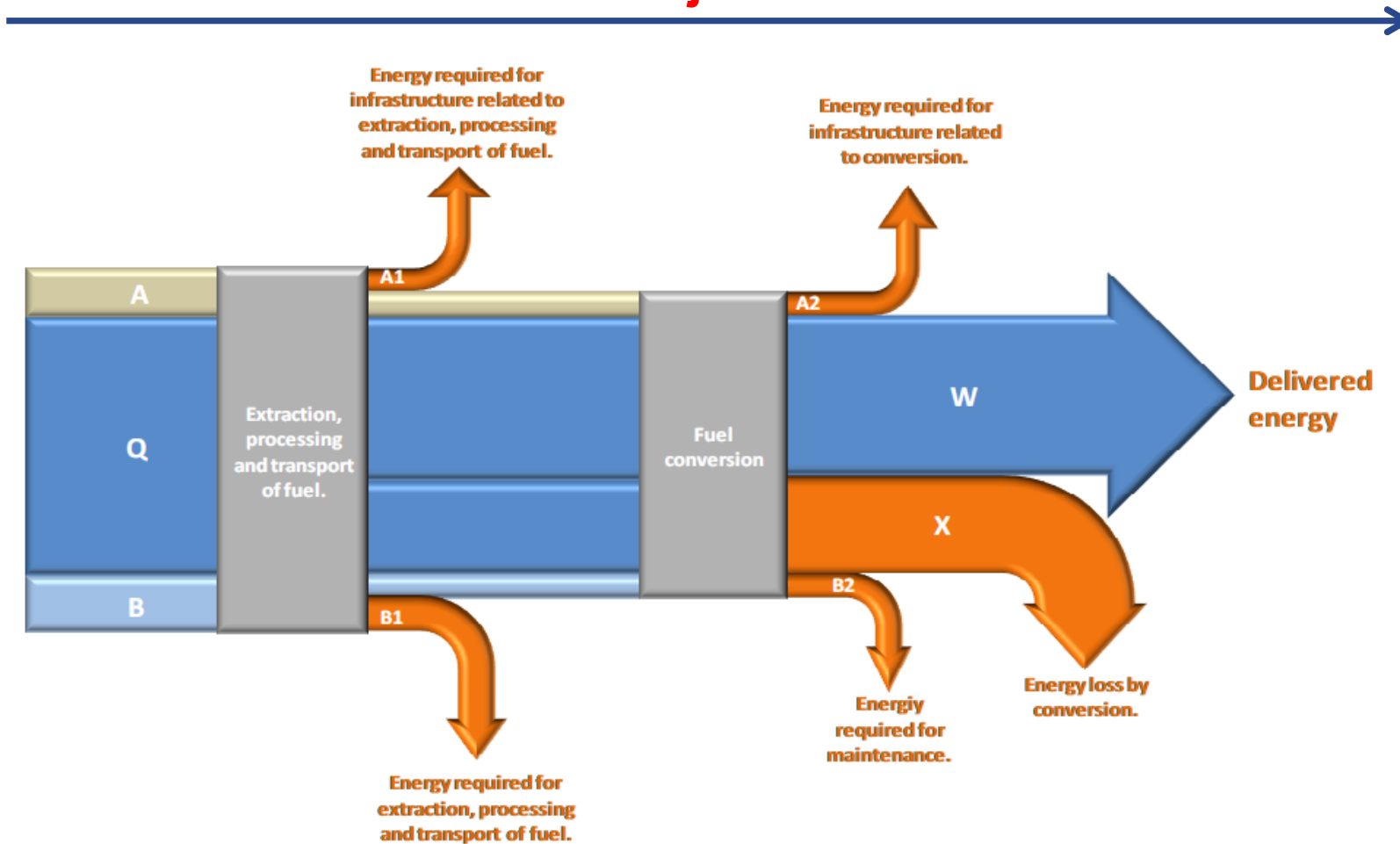


## Hvordan passer Norge inn?

- Elvekraftverk
- Magasinkraftverk
- Smått versus stort?
- O/U-prosjekter
- Vindkraft
- Bioenergi

# Metodisk basis – LCA analyse (livsløpsanalyse)

## Verdikjede

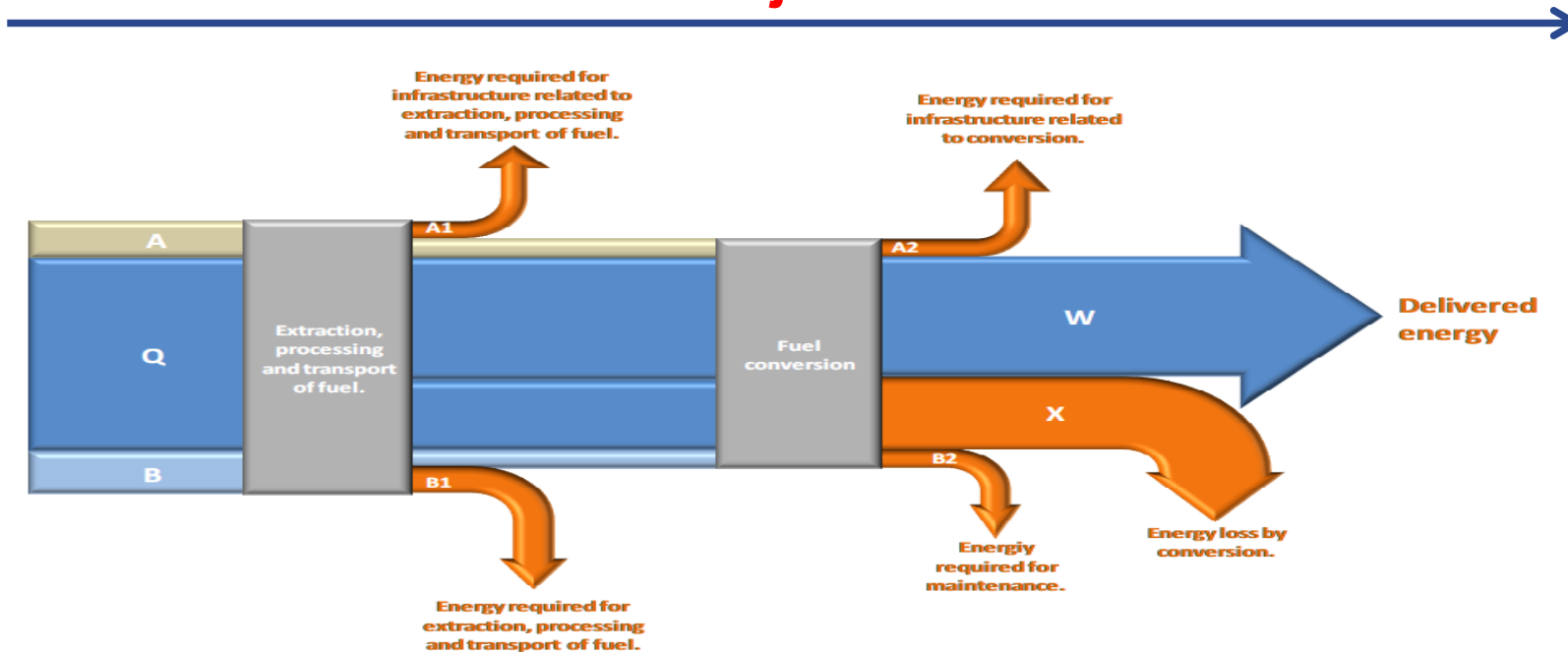


# Krav til en god energiindikator

- Lett å forstå hva den viser
- Inkluderer relevante faktorer den er utviklet for å vise
- Tillater sammenligning mellom anlegg av samme teknologi og mellom ulike teknologier
- Robust, dvs ikke-sensitiv til mindre endring i (irrelevante) faktorer

# Metodisk basis – LCA analyse (livsløpsanalyse)

## Verdikjede



Energy Payback Ratio (EPR)

$$EPR = W / (A + B)$$

Net Energy Ratio (NER)

$$NER = W / (A + B + Q)$$

Cumulative Energy Demand (CED)

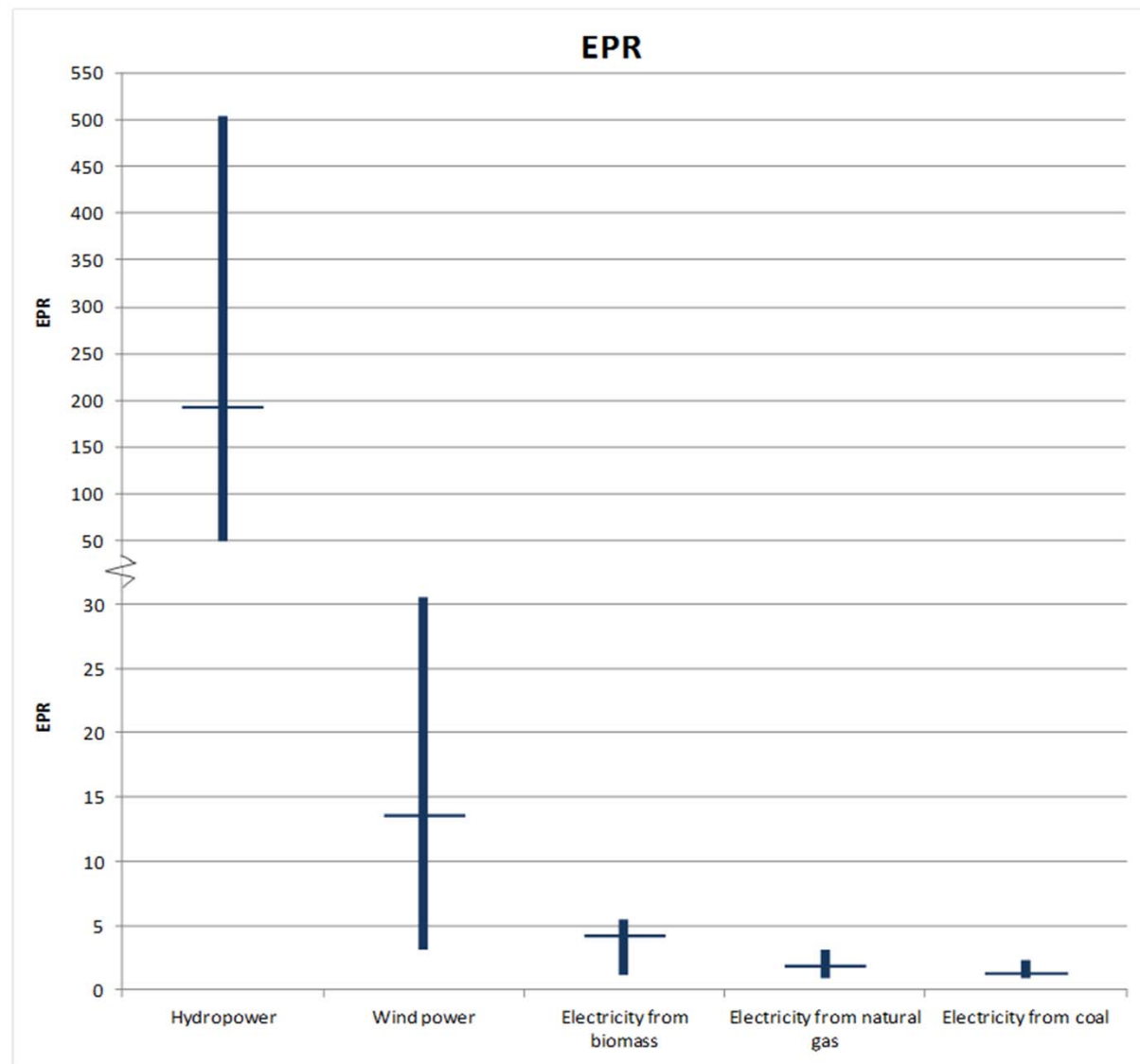
$$CED = (A + B + Q) / W$$

# Sammenligning av teknologier, EPR

## EPR

Middelverdi og høyeste/laveste verdi i datasettet.

Høy verdi = høy energieffektivitet

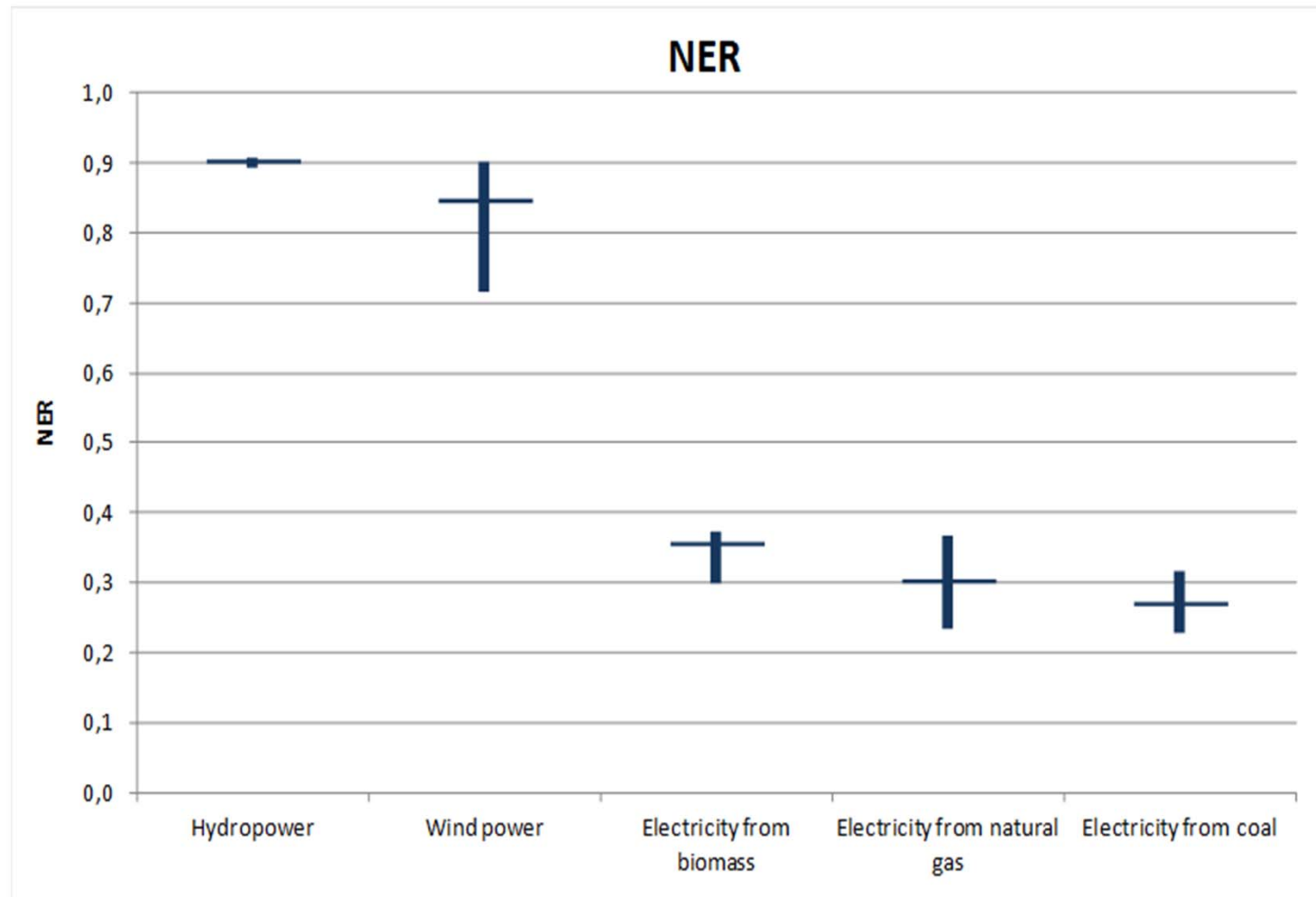


# Sammenligning av teknologier, NER

NER

Middelverdi og høyeste/laveste verdi i datasettet.

Høy verdi = høy energieffektivitet

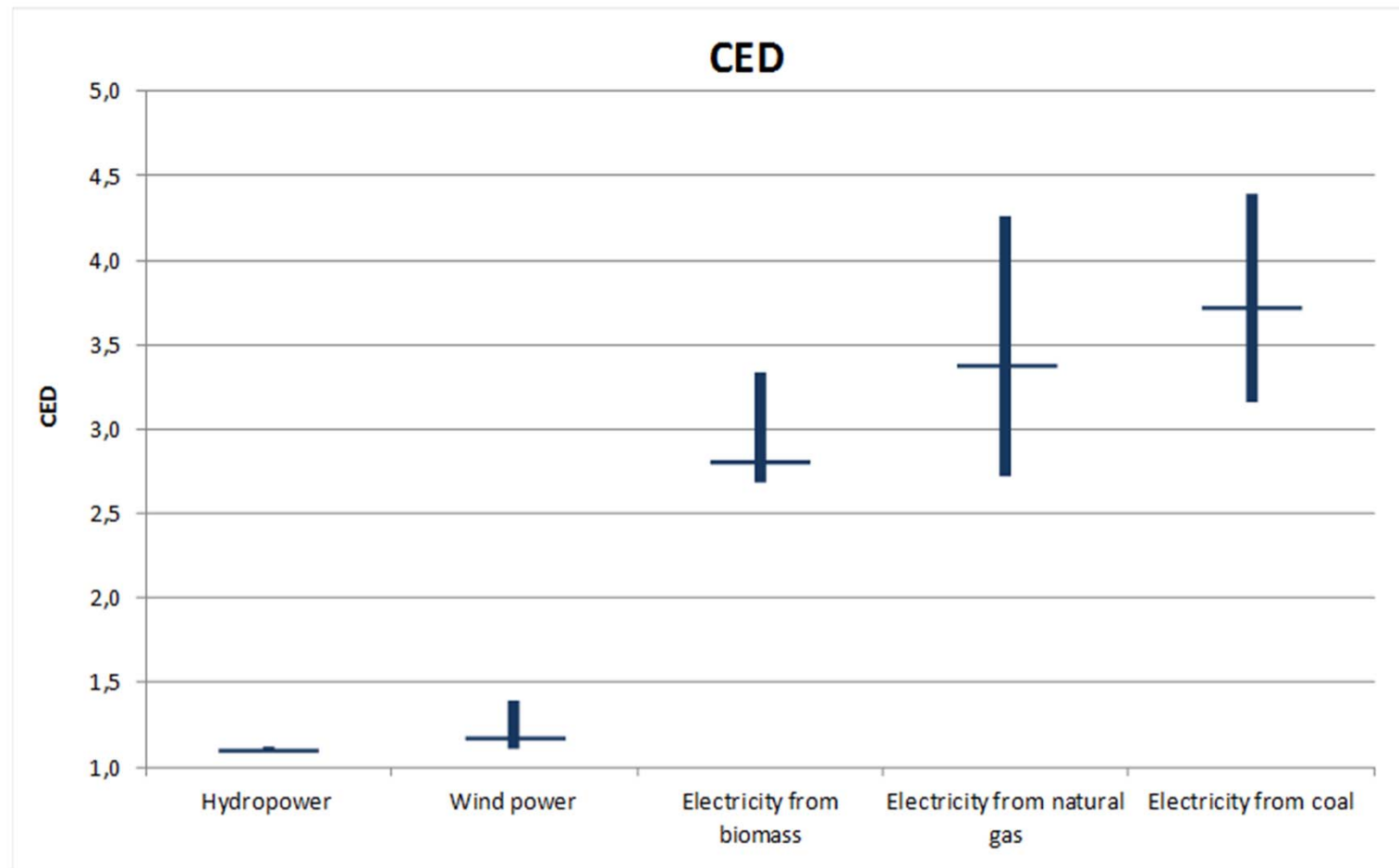


# Sammenligning av teknologier, CED

## CED

Middelverdi og høyeste/laveste verdi i datasettet.

Lav verdi = høy energieffektivitet





# Konklusjoner

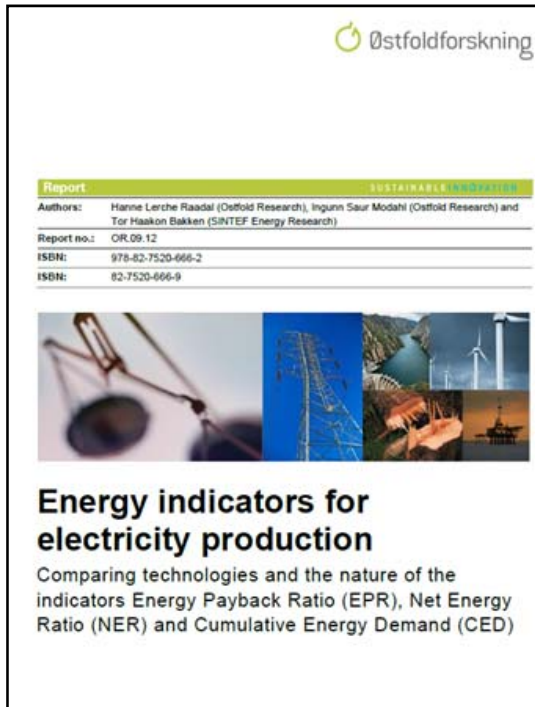
- Vannkraft har klart høyest energieffektivitet sammenlignet med de andre vurderte elektrisitetsteknologiene, etterfulgt av vindkraft.
- Opprustning og utvidelse av vannkraftanlegg gir har en svært høy energieffektivitet, spesielt målt gjennom EPR (forlenget levetid med små investeringer).
- Termisk produsert elektrisitet fra bioenergi, gass og kull har generelt en mye lavere energieffektivitet enn vannkraft og vindkraft.
- Resultatene tyder på at flere norske vannkraftverk har en like god eller bedre energieffektivitet, målt ved EPR, enn mange internasjonale anlegg.
- Pt ikke mulige å skille på magasin versus elvekraftverk eller små versus store


# Konklusjoner

- EPR-indikatoren har andre systemgrenser enn NER og CED (EPR inkluderer ikke varmetap ved konvertering til elektrisitet som investert energi).
- EPR er en nyttig indikator når målet er å sammenligne bruk av investert energi (utover primærenergikilden i seg selv).
- Energiindikatorer inkluderer ikke faktorer slik som tap av biologisk mangfold, klimagassutslipp, økonomi eller kvalitet av den leverte elektrisiteten.

# Leveranser fra pilot-prosjekt

Available via [www.cedren.no](http://www.cedren.no)



 Østfoldforskning

**Report** SUSTAINABLE DEVELOPMENT

**Authors:** Hanne Lerche Raadal (Østfold Research), Ingunn Saur Modahl (Østfold Research) and Tor Haakon Bakken (SINTEF Energy Research)

**Report no.:** OR.09.12

**ISBN:** 978-82-7520-666-2

**ISBN:** 82-7520-666-9

**Energy indicators for electricity production**

Comparing technologies and the nature of the indicators Energy Payback Ratio (EPR), Net Energy Ratio (NER) and Cumulative Energy Demand (CED)

**Report**



**CEDREN**  
Centre for Environmental Design of Renewable Energy

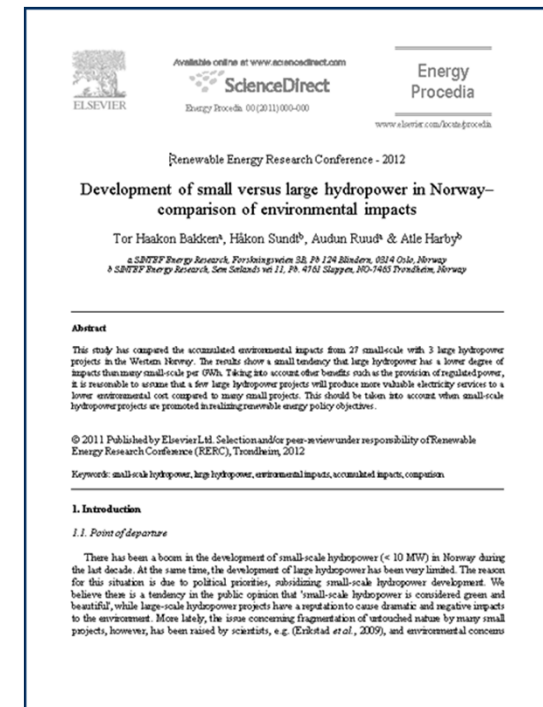
**POLICY BRIEF**

**Energieffektiv elektrisitetsproduksjon**

Analyse av energieffektiviteten til ulike former for elektrisitetsproduksjon i Norge ved hjelp av internasjonalt etablerte indikatorer

[www.cedren.no](http://www.cedren.no)

**Policy memo**



Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

**ScienceDirect**  
Energy Procedia 00(2011)000-000  
[www.elsevier.com/locate/procedia](http://www.elsevier.com/locate/procedia)

**Energy Procedia**

Renewable Energy Research Conference - 2012

**Development of small versus large hydropower in Norway - comparison of environmental impacts**

Tor Haakon Bakken<sup>a</sup>, Håkon Sundt<sup>b</sup>, Audun Ruud<sup>a</sup> & Atle Harty<sup>b</sup>

<sup>a</sup>SINTEF Energy Research, Forskningsveien 28, PB 124 Blindern, 0314 Oslo, Norway  
<sup>b</sup>SINTEF Energy Research, Sem Sæviands vei 11, PB 4716 Sluppen, NO-7485 Trondheim, Norway

**Abstract**

This study has compared the accumulated environmental impacts from 27 small-scale with 3 large hydropower projects in the Western Norway. The results show a small tendency that large hydropower has a lower degree of impacts than many small-scale per GWh. Taking into account other benefits such as the provision of regulated power, it is reasonable to assume that a few large hydropower projects will produce more valuable electricity services to a lower environmental cost compared to many small projects. This should be taken into account when small-scale hydropower projects are promoted in realising renewable energy policy objectives.

© 2011 Published by Elsevier Ltd. Selection and/or peer-review under responsibility of Renewable Energy Research Conference (RERC), Trondheim, 2012

**Keywords:** small-scale hydropower, large hydropower, environmental impacts, accumulated impacts, comparison

**1. Introduction**

*1.1. Point of departure*

There has been a boom in the development of small-scale hydropower (< 10 MW) in Norway during the last decade. At the same time, the development of large hydropower has been very limited. The reason for this situation is due to political priorities, subsidising small-scale hydropower development. We believe there is a tendency in the public opinion that 'small-scale hydropower is considered green and beautiful, while large-scale hydropower projects have a reputation to cause dramatic and negative impacts to the environment. More lately, the issue concerning fragmentation of untouched nature by many small projects, however, has been raised by scientists, e.g. (Eskildstad et al., 2009), and environmental concerns

**Article (in prep.)**

**CEDREN**

Centre for Environmental Design of Renewable Energy

**FEM**  
CENTRE FOR  
ENVIRONMENT-  
FRIENDLY ENERGY  
RESEARCH